

# Kleur en Vorm

AFSCHEIDSREDE DOOR PROF. DR. CH.M.M. DE WEERT

Radboud Universiteit Nijmegen



## AFSCHEIDSREDE

PROF. DR. CH.M.M. DE WEERT



In zijn afscheidscollege als hoogleraar in de Psychofysica neemt Charles de Weert als uitgangspunt het werk dat hij uitvoerde voor zijn proefschrift, dat handelde over binoculaire kleur-en helderheidsinteracties. Uit dat werk kwamen verdere studies voort op het gebied van kleurper-

ceptie in brede zin, maar ook van studies die speciaal op het zien met twee ogen gericht waren. In deze afscheidsrede komen onderwerpen uit beide gebieden aan de orde, waarbij in het kleurdomein met name de interactie tussen kleur- en objectperceptie aandacht krijgt en voor wat het binoculair zien betreft de nadruk ligt op het gebruik van 'dichoptische' stimulering: het stimuleren van de twee ogen met stimuli die van elkaar verschillen, met het doel om uit te vinden waar in het visuele verwerkingsproces een bepaald perceptueel verschijnsel optreedt.

Charles de Weert (1942) studeerde experimentele natuurkunde in Utrecht. Zijn promotieonderzoek over binoculaire kleur- en helderheidsinteracties voerde hij uit in Groningen. Sinds 1971 werkt hij aan de Radboud Universiteit, eerst als medewerker bij de Vakgroep Psychologische Functieleer. Vanaf 1987 tot 2003 was hij directeur van het NICI, het Nijmeegs Instituut voor Cognitie en Informatie. In 1992 werd hij benoemd tot hoogleraar in de Psychofysica. Van 2001 tot 2003 was hij vice-decaan van de Faculteit der Sociale wetenschappen en van mei 2003 tot mei 2007 decaan.

KLEUR EN VORM

*Aan dr. Arno Koning en dr. Rob van Lier ben ik zeer veel dank verschuldigd voor de zorgvuldige hulp bij het produceren van de illustraties en voor het becommentariëren van de tekst. Fouten in de inhoud zijn geheel en al voor mijn rekening. – Charles de Weert*

## **Kleur en Vorm**

*Rede uitgesproken bij het aftreden als hoogleraar Psychofysica aan de Faculteit der Sociale Wetenschappen van de Radboud Universiteit Nijmegen op donderdag 20 april door*

**door prof. dr. Ch.M.M. de Weert**

Vormgeving en opmaak: Nies en Partners bno, Nijmegen  
Drukwerk: Thieme MediaCenter Nijmegen

ISBN 978-90-9021819-9

© Prof. dr. Ch.M.M de Weert, Nijmegen, 2007

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt middels druk, fotokopie, microfilm, geluidsband of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyrighthouder.

*Mijnheer de rector magnificus, leden van het stichtingsbestuur, leden van het College van Bestuur, zeer gewaardeerde toehoorders,*

Misschien zou ik het na zoveel jaren bestuur en beheer over die zaken moeten hebben in mijn slotbeschouwing, maar ik waag het erop inhoudelijk in te gaan op onderzoek dat me nog steeds interesseert, maar waarmee ik me de laatste jaren voornamelijk vanaf de zijlijn heb beziggehouden. Het karakter van de afscheidsrede zal meer speculatief en demonstrerend dan wetenschappelijk bewijzend zijn.

De titel 'Kleur en Vorm' is in meerdere opzichten gevaarlijk, omdat de termen afzonderlijk een emotionele of artistieke associatie kunnen oproepen, en omdat die titel kan suggereren dat er een artistiek verband tussen beiden gelegd wordt in deze rede. Om dat gevaar te omzeilen had ik de titel wellicht anders moeten kiezen, zo iets als: 'Spatiële en chromatische aspecten van de visuele waarneming', maar dat heeft wel erg weinig appeal. Misschien dat 'Contour en Content' een aardige titel zou zijn geweest, maar die heeft wat meer uitleg nodig. Met name voor kleur- en helderheidsperceptie is duidelijk dat de contour en de inhoud niet ondubbelzinnig te relateren zijn. Het liefst had ik de rede 'Gestaltformatie' genoemd, maar die titel ontlokt weer zoveel connotaties dat ik me daar maar niet aan heb gewaagd. Waarom ik uiteindelijk toch 'Kleur en Vorm' heb gekozen is omdat ik onder die titel zo'n 35 jaar lang mijn colleges over kleurperceptie heb gegeven.

Toen ik in 1968 als experimenteel natuurkundige aan het werk ging bij professor Pim Levelt, op het door hem bij de Stichting voor Biofysica van zwo verworven project 'Binoculaire kleur- en helderheidswaarneming', had ik eerlijk gezegd geen idee van het avontuur dat ik aanging en wist ik ook niet hoezeer deze keuze mijn wetenschappelijke leven zou bepalen.

De onderwerpen die ik als onderzoeker heb aangepakt vallen vrijwel allemaal binnen de opsomming die af te leiden is uit de omschrijving van mijn dissertatieonderzoek

- Kleurperceptie en licht-objectinteracties
- Binoculair zien als onderzoeksmiddel: 'Dichoptische stimulatie'
- Kleur en Vorm: Gestaltvorming
- Binoculaire rivaliteit en Gestaltvorming

Figuur 1.

Binoculair zien in het algemeen heeft hier geen verdere toelichting. Een partieel overzicht van het werk op dat gebied tot 1984 is te vinden in De Weert (1984).

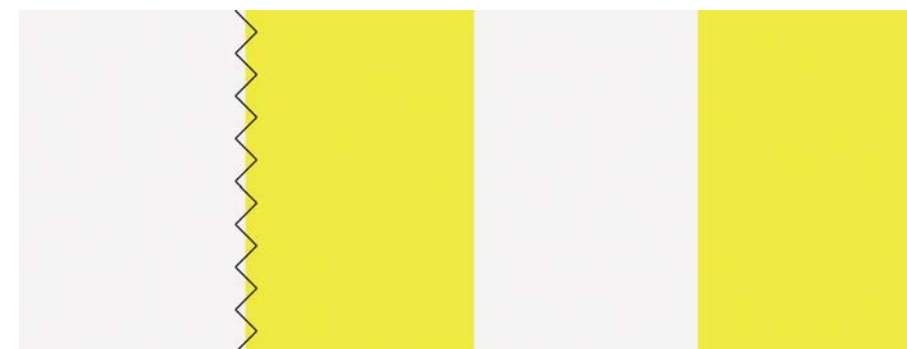
#### KLEURPERCEPTIE EN LICHT-OBJECTINTERACTIES

Kleurperceptie en de interactie tussen kleurperceptie en objectperceptie zijn vanaf het begin van mijn onderzoek centrale thema's geweest, omdat ik bij de bestudering van de binoculaire kleur- en helderheidscombinaties al heel snel het bindingsprobleem tegenkwam. Het bindingsprobleem komt voort uit de vaststelling dat niet alle aspecten van een stimulus in één proces kunnen worden verwerkt en de bevestiging van het bestaan van aparte systemen leidt weer onmiddellijk tot de vraag hoe die verschillende aspecten op een correcte manier worden gecombineerd. Ik zal de bindingsproblematiek illustreren aan de hand van een experiment van Creed (1935) die een eerder experiment van Stirling over het omstreken bestaan van binoculaire kleurfusie gebruikte. Creed gebruikte postzegels als stimuli om aan te tonen dat vorm min of meer los van kleur gecombineerd werd in het binoculaire systeem. In het linkeroog bood Creed een postzegel aan van George V (George V (1)) in tint (1) en in het rechteroog een net iets andere, oudere postzegel van George V (George V (2)), in een net iets andere tint, tint (2). Het percept was meestal George V (1) in tint 1 afgewisseld met George V (2) in tint 2. Echter, met een zekere regelmaat werd ook George V (1) in tint (2) gezien, afgewisseld met George V (2) in tint (1). Die koppeling van kleur en vorm, of van kleur en contour, of van contour en content is kennelijk helemaal niet zo vanzelfsprekend. We weten dat ook uit retinale stabilisatie-experimenten van de jaren zestig en zeventig van de vorige eeuw. Bij stabilisatie van een beeld op het netvlies vervagen binnen een tiental seconden de grenzen, kleuren lopen buiten de grenzen van de vorm en verdwijnen en tenslotte verdwijnt ook de helderheid (Gerrits, 1967).

We weten ook, nu uit de jaren tachtig, dat 'illusoire conjuncties' van kleuren en vormen kunnen optreden in attentie-experimenten (Treisman et al., 1982). In 1968 hield het bindingsprobleem nog weinig mensen bezig, het was eigenlijk meer iets voor het museum van rareiteiten. Die typering gold in nog veel sterkere mate voor de bewering dat de kleur geel kon ontstaan uit rood en groen, aangeboden aan de twee ogen apart. Dunlap (1944) beschreef de rapportage van dit verschijnsel als behorend tot het kabinet van 'superstitious curiosities'. Gegeven deze negatieve benadering van het onderwerp in het verleden is het plezierig op te kunnen merken dat er nu nog steeds ingenieuze studies verschijnen over binoculaire kleurcombinaties en de onderliggende mechanismen, zoals bijvoorbeeld die van Erkelens et al. (2002).

Een interessante informatiebron voor het bindingsprobleem komt van de kant van de pathologie. Door ziekte of door beschadigingen van hersenweefsel kan het voorkomen dat de natuurlijke koppeling van vormen en kleuren niet meer werkt. Gerapporteerd wordt dat kleuren niet meer gelokaliseerd zijn in besloten objecten, maar als een wolk in de ruimte hangen. De literatuur is helaas schaars en niet altijd even betrouwbaar, maar er is genoeg evidentie dat ontkoppeling van kleur en vorm of, preciezer gezegd, van kleur en contour voorkomt. In deze tijd van brain-imaging is het

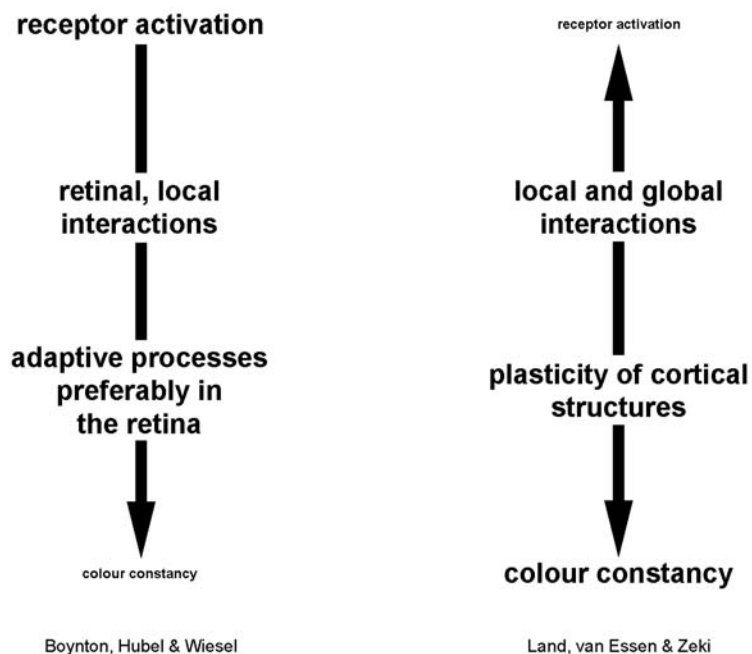
wellicht interessant om die literatuur van bijvoorbeeld Meadows (1974) en Critchley (1965) weer eens op te halen. Een simpel voorbeeld van de niet vanzelfsprekende koppeling van kleur aan vorm is op te roepen met zogenaamde isoluminante stimuli, dat zijn stimuli waarin alleen kleurverschil voorkomt en geen helderheidsverschil. Een aanzienlijk deel van mijn werk op het gebied van kleurperceptie heb ik aan isoluminantieverschijnselen besteed. Ik zal daar nu niet diep op ingaan, maar alleen een eenvoudige demonstratie laten zien in Figuur 2.



Figuur 2.

Het lijkt alsof het geel de contouren van de zigzaglijn volgt. Die zigzaglijn is een helderheidscontour. De helderheidscontour bepaalt op het eerste oog de objectgrens, en niet de kleurcontour. Over kleurperceptie per se zal ik vandaag niet diep uitweiden, hoewel het meer dan de helft van mijn onderzoek heeft uitgemaakt. Dat varieerde van het onderzoek naar mathematisch psychologische theorieën over kleur (Elzinga, 1985), metriecken voor grote kleurverschillen (Stalmeier, 1990), de rol van kleur in patroonherkenningsprocessen (Puts, 2001) tot aan de categorisering van natuurlijke kleurcategorieën (Yendrikhovskij, 1998) en het gebruik van kleur in het ophalen van plaatjes in grote geheugenbestanden (Van den Broek, 2005). Waar ik wel heel kort op in wil gaan is een schema, dat aangeeft hoe in de loop van dertig tot veertig jaar de ideeën over de relatieve belangrijkheid van verschillende kleurenzienprocessen zijn geëvolueerd (De Weert, 2002). De grootte van de letters geeft aan hoe belangrijk het onderwerp was (links) of is (rechts).

In fameuze 'bijbels' over kleur uit de jaren de jaren zestig en zeventig kon het voorkomen dat aan kleurconstantie niet meer dan een alinea gewijd werd. Kleurconstantie is echter een veel belangrijker onderwerp voor de gehele visuele per-

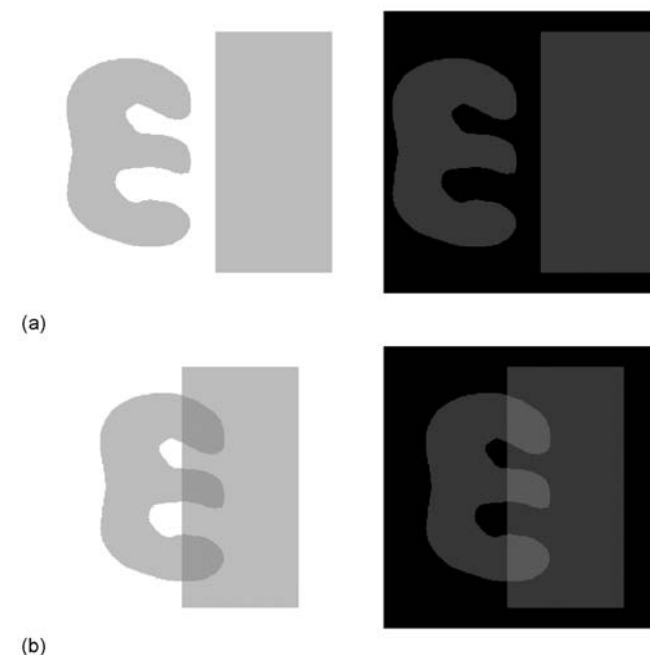


Figuur 3. (de Weert, 2002)

ceptie dan de benaming suggereert. Die lijkt het onderwerp te beperken tot kleurperceptie. Maar dat is geen juiste voorstelling van zaken. Kleurconstantie is een wezenlijk deel van zowel kleur- als objectperceptie. In mijn groep heeft met name Troost (1992) op het terrein van kleurconstantie belangrijk werk gedaan.

#### LICHT-OBJECTINTERACTIES

Of een plek op de mouw van je kostuum of mantelpak een schaduw is of een lichtvlek, een vuile plek of een beschadiging, kun je vaak pas vaststellen via een eenvoudig experiment. Bijvoorbeeld door je hand erover heen te bewegen waardoor de lichtinval verandert of door bijvoorbeeld je arm te bewegen. Ted Adelson van het Massachusetts Institute of Technology (MIT) heeft de aard van de lichtverdeling in de vorm van een werkplaatsmodel beschreven, namelijk als een samenwerkingsresultaat van het werk van drie soorten ambachtslieden: de materiaalman, de belichtingsman en de schilder. In termen van het perceptieproces is de interactie tussen enerzijds vormperceptie, en anderzijds helderheids- en kleurperceptie enorm belangrijk. Anders dan veertig jaar geleden is nu duidelijk dat die interacties niet op retinaal niveau plaatsvinden, en dui-



Figuur 4.

delijk is ook dat er niet alleen maar sprake kan zijn van bottom-up processen. Er zijn meer centrale processen in het spel, al kan het ook zo zijn dat top-down terugkoppelingen leiden tot veranderingen in retinale processen, waarmee de uiteindelijke locus van die interacties toch retinaal kan zijn. De plasticiteit in interpretatie (representeert een lichtvlek een belichting of een object?) lijkt ook van belang in een paar subtiële effecten, ontleend aan het werk dat ik samen met Arno Koning en Rob van Lier heb gedaan, waarvan een manuscript onlangs is opgestuurd en waar ik nu kort op in ga.

Als in Figuur 4a delen van exact dezelfde helderheid over elkaar heen geschoven worden waarbij alleen aan de overlap een andere helderheid wordt gegeven, worden de oorspronkelijke delen ineens niet meer als even helder waargenomen. Waarnemers rapporteren veelal dat alleen in de linker delen van de figuur een verandering is opgetreden. In Figuur 4b links wordt de linkerfiguur als een fractie donkerder ervaren, in Figuur 4b rechts wordt de linkerfiguur als een fractie lichter ervaren.

Werkhypothese: als het systeem evidentie heeft dat twee delen bij elkaar horen en uit hetzelfde materiaal bestaan worden verschillen in waargenomen helderheid verminderd door een assimilatieproces. Het wittere of het donkerdere deel spreidt zich uit



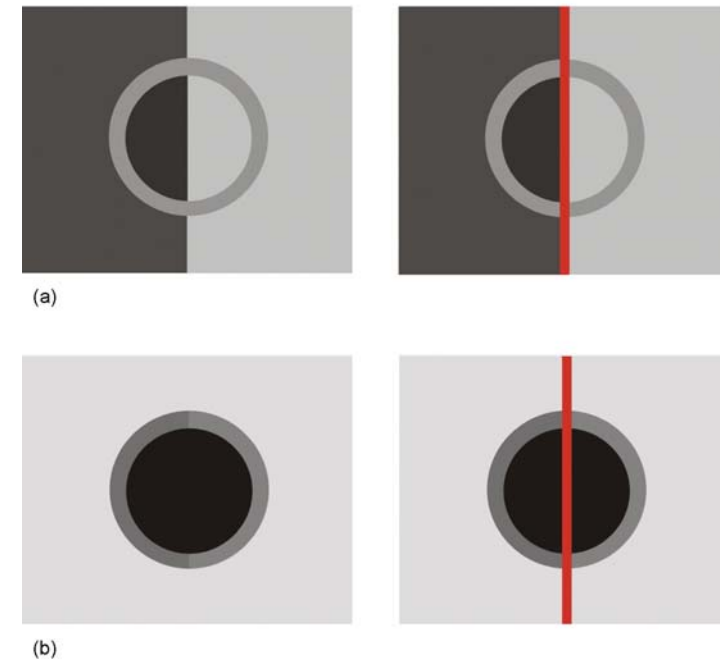
Figuur 5.

over het bijbehorende aangrenzende deel. Als er daarentegen evidentie is dat de twee delen niet bij elkaar horen is er van zo'n assimilatie geen sprake, en is er derhalve ook geen verandering te zien in de helderheid. De belongingness (de bijelkaarhorendheid) in die gevallen waar de helderheidsverandering optreedt lijkt in de gegeven figuren samen te hangen met de waargenomen transparantie. Die belongingness kan door transparantie worden bepaald, maar om transparantie te zien moet aan allerlei voorwaarden voldaan zijn. Als die ontbreken is er van transparantie geen sprake. Zo moet er bijvoorbeeld continuïteit van contouren zijn. Bovendien moet aan enige eenvoudige voorwaarden in de helderheidsrelaties voldaan zijn. In figuur 4 is aan die transparantie voorwaarden voldaan. In Figuur 5a is niet aan de transparantievoorwaarden voldaan. In 5b is niet voldaan aan de continuïteitsvoorwaarde.

Wellicht kent U de tegenhanger van dit effect, namelijk de beroemde Koffka-ring. In Figuur 6a wordt gedemonstreerd hoe een ring van homogene helderheid, gesuperponeerd op twee verschillende achtergronden als homogeen gezien wordt. Zodra er een lijn over de ring wordt gelegd, suggererend dat er van twee objecten sprake is, is van een homogene helderheid geen sprake meer.

Maar het omgekeerde, door ons het anti-Koffka-effect gedoopt, is veel interessanter in dit kader. In Figuur 6b gaan we uit van een ring met twee verschillende helderheden en een homogene achtergrond. Leggen we nu een maskerend bandje over de scheiding dan worden de twee helften aanmerkelijk minder als verschillend van elkaar gezien. We halen kennelijk de lokale evidentie weg dat er verschillen zijn tussen de twee helften: het gevolg is globale assimilatie. Tot zover de beïnvloeding van kleur- en helderheidswaarneming door belichtings- en objectaspecten

**BINOCULAIR ZIEN ALS ONDERZOEKSMIDDEL: 'DICHOPTISCHE STIMULATIE'**  
Bij dichoptische stimulering worden aan de twee ogen stimuli aangeboden die van elkaar verschillen. Dat kunnen compatibele stimuli zijn, maar ook incompatibele stimuli, zoals orthogonale raster of stimuli van tegengesteld helderheidscontrast. De

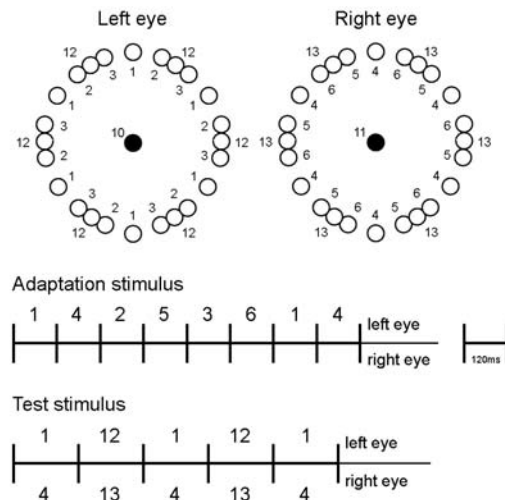


Figuur 6. (a) Koffka-effect (b) Anti-Koffka-effect

incompatibele geven aanleiding tot intense rivaliteit. In dit deel van de voordracht gaat het om dichoptische stimulering die erop gericht is na te gaan waar in het visuele systeem een effect optreedt. En dan bedoel ik met name na te gaan of een proces optreedt voor of na convergentie van signalen uit de twee ogen. Een fraai voorbeeld van dichoptische stimulatie als onderzoeksmiddel voor de lokalisatie van een visueel proces ontleen ik aan het proefschriftonderzoek van Noud van Kruysbergen (1995) over schijnbare beweging. Hij gebruikte een stimulus gelijkend op die van Anstis en Moulden (1970). Door een ingenieuze programmering van de tijdspatronen in het oplichten van dot-configuraties op een computerscherm kon de richting van de schijnbare beweging van die dot-patronen worden gevarieerd in de twee ogen apart en in de binoculaire combinatie.

Een voorbeeld van zo'n dot-configuratie is gegeven in Figuur 7. In de tijdsbalk eronder staat aangegeven welke dots op welke tijden oplichten. In dit voorbeeld wordt middels de eronder aangegeven programmering in de tijd, aan het linkeroog een rechtsdraaiend patroon aangeboden, en aan het rechteroog een linksdraaiend patroon, terwijl de combinatie geen consistente bewegingsstimulering geeft van het binoculai-





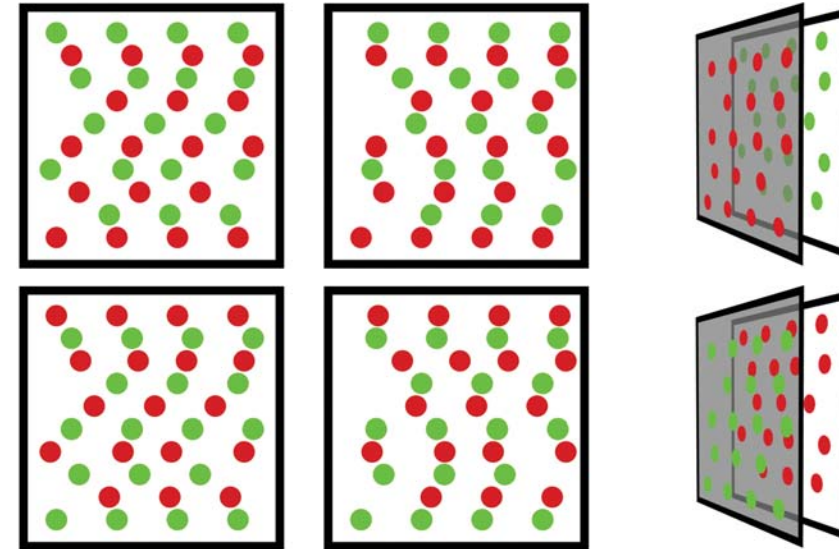
Figuur 7.

re AND-systeem (simultane input van linker- en rechteroog). Maar alle mogelijke varianten zijn mogelijk. Wat gemeten werd was het naëffect in één of in beide ogen. Daardoor was het mogelijk om voor het bewegingsnaëffect na te gaan in welke mate monoculaire en de verschillende binoculaire processen ('AND' en 'OR') een rol spelen en hoe die processen elkaar beïnvloeden. Het binoculaire 'OR'-systeem is verondersteld actief te zijn als het linker- of rechteroog gestimuleerd wordt.

Een tweede voorbeeld, ook uitgevoerd samen met van Kruysbergen (De Weert & van Kruysbergen, 1997) betreft de lokalisering van het assimilatie-effect.

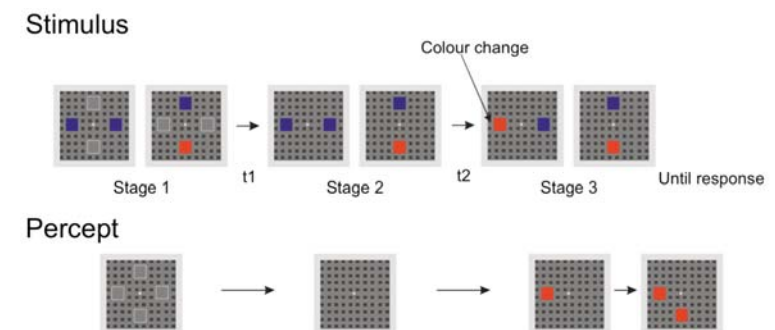
Assimilatie, de spreiding van kleur en helderheid over een naastliggend gebied, zou ertoe leiden dat in Figuur 8 zowel de groene als de rode stippen een zweem van hun kleur zouden opleggen aan het omgevende veld. Aangezien er in de linkerkolom en in de rechterkolom precies dezelfde aantallen groene en rode stippen zitten zal die kleur-zweem identiek zijn. Als nu door een truc, te weten een kleine verschuiving in de stimulus van één oog van de groene ten opzichte van de rode stippen, de rode stippen in een ander dieptevlak worden gezien dan de groene, dan blijkt dat de kleurassimilatie behorend bij de stippen ook in verschillende dieptevlakken wordt gezien. Als kleurassimilatie een perifeer effect was, optredend voor het niveau van binoculaire convergentie van signalen uit de twee ogen, zou deze opsplitsing onmogelijk zijn.

Een derde voorbeeld van het gebruik van dichoptische stimulering voor de bepaling van de plaats of volgorde van bepaalde perceptuele processen komt uit de groep van Van Lier.



Figuur 8.

In experimenten van Van Lier en De Weert (2005) wordt als gevolg van binoculaire onderdrukking een patroon van blauwe en rode vierkantjes onzichtbaar. Als het her-verschijningsproces van een van de verdwenen vierkantjes wordt getriggerd door een kleurverandering van één van de nu onzichtbare, onderdrukte, vierkantjes blijken de stimuli van dezelfde kleur significant vaker samen zichtbaar te worden dan de delen van verschillende kleur. Het doet er dan niet toe of de triggerstimulus in hetzelfde oog danwel in het andere oog gepresenteerd werd. Waar dit op lijkt te duiden is dat 'feature' gebonden activatie optreedt en dat die activatie in elk geval voorbij het niveau van binoculaire convergentie tot stand komt. In een recent experiment vergelijkbaar met het kleurexperiment hebben Vergeer en Van Lier (2007) aangetoond dat die triggering



Figuur 9.

ook optreedt voor elementen van gelijke oriëntatie. Ik verwijs graag naar een artikel van Vergeer en van Lier (2007) voor de rapportage van een gerelateerd effect.

Op andere voorbeelden van het gebruik van de dichoptische aanbieding als onderzoeksmiddel kom ik terug bij de behandeling van Gestaltexperimenten.

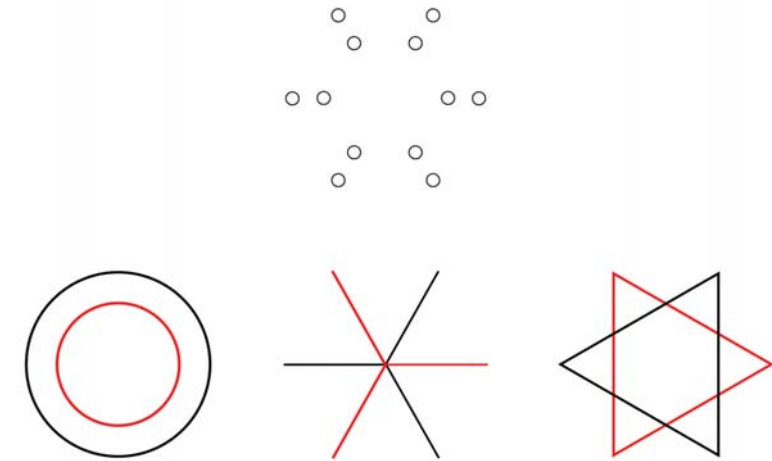
#### KLEUR EN VORM: GESTALTVORMING

Gestaltvorming is voor de meesten van u een bekend verschijnsel, maar wat nu precies een Gestalt is, is niet eenvoudig te definiëren. Operationeel is Gestaltvorming wel eenvoudig te duiden: sommige delen in een verzameling stimuluscomponenten horen meer bij elkaar dan andere. De delen die bij elkaar horen vormen een 'Gestalt'. Gelijkenis in een of ander kenmerk, of in een verzameling kenmerken, is de basis voor Gestaltvorming. De kenmerken kunnen allerhande zijn: kleur, oriëntatie, nabijheid, snelheid, dispariteit, collineariteit et cetera, maar ook complexere combinaties van kenmerken zoals vorm, symmetrie en herhaling. Het is de vraag of er een hiërarchie in Gestaltvormingen bestaat, of dat elke Gestaltvorming door een andere te overtreffen is bij aanpassing van de parameters. Dat laatste lijkt wel het geval.

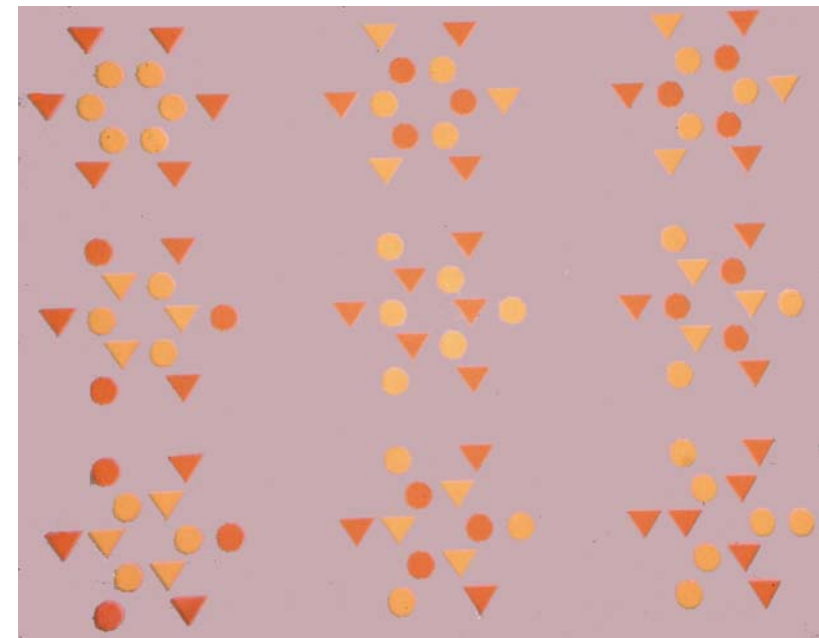
In deze voordracht gaat het in eerste instantie om kleur- en vormaspecten en hun eventuele onderlinge belangrijkheid. De keuze van deze simpele set is te motiveren uit wat we weten over features en conjuncties van features. Kleur is een simpel kenmerk, vorm daarentegen is een conjunctie van simpele kenmerken. Men zou kunnen vermoeden dat dit verschil voldoende reden is voor verschillend gedrag in Gestaltvorming en dat wordt ook bevestigd in de volgende reeks demonstraties. In een figuur waarin kleurgelijkheid of vormgelijkheid kan worden gevarieerd is eenvoudig aannemelijk te maken dat kleurgelijkheid een sterkere Gestaltvorming met zich mee brengt dan vormgelijkheid. Als lokale vormen zijn cirkels, en driehoeken gebruikt; als kleuren geel en oranje. De basisconfiguratie wordt gevormd door twee maal zes punten liggend op twee in elkaar passende hexagonale figuren (Figuur 10, boven). De 'Gestalten' kunnen in dit speciaal geconstrueerde voorbeeld de volgende globale figuren zijn: twee concentrische cirkels, twee driehoeken door elkaar heen, en twee Mercedes-Benz-achtige figuren door elkaar heen (Figuur 10, onderste drie figuren).

In de volgende figuur zijn variaties op de basisconfiguratie uitgewerkt. U ziet dat in deze figuur vrijwel steeds die globale vorm domineert die bepaald wordt door de kleurgelijkheid, maar niet de globale vorm die bepaald wordt door vormgelijkheid.

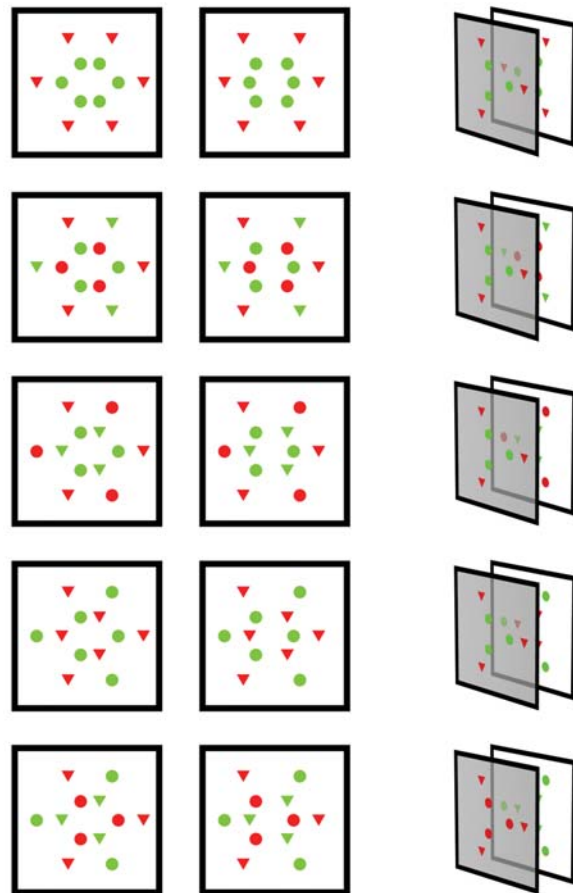
Waar treedt die Gestaltvorming op in het visuele systeem? Daarover is een hele discussie gaande. Er zijn wel aanwijzingen voor relatief vroege processen in V1, maar zelfs als wordt aangetoond dat er bij het optreden van Gestaltvorming activiteit in V1 te meten is, dan zegt dat nog niets over het proces. Het is immers zeer wel mogelijk dat feedback vanuit V2 of hoger tot deze activiteit leidt. Er zijn aanwijzingen dat activiteit in V2 in de tijd kan optreden vóór activiteit in V1, zie bijvoorbeeld Tai Sing Lee en My



Figuur 10.

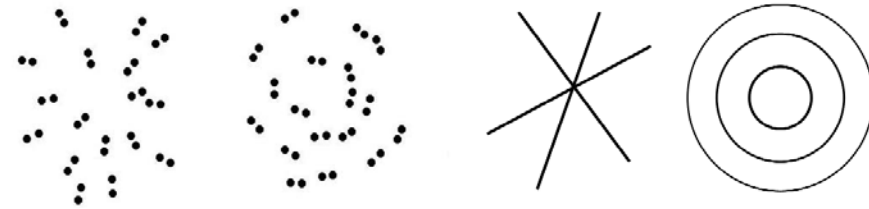


Figuur 11.



Figuur 12.

Nguyen (2001) over de dynamiek van de totstandkoming van subjectieve contouren. Middels een paar eenvoudige demonstraties is aannemelijk te maken dat de Gestaltvorming die hiervoor is beschreven, pas na binoculaire convergentie plaatsvindt. Door invoering van dispariteit, dat wil zeggen een verschil in retinale positie in de twee ogen, in onderdelen van de stimuli die in een 2-D-patroon tot de Gestaltvorming aanleiding geven, worden die delen in twee verschillende dieptevlakken gezien. Met dat proces gaat iedere neiging om nog een Gestalt te vormen, maar nu samengesteld uit delen gelokaliseerd in verschillende dieptevlakken, verloren. Gelijkheid in kleur die in de 2-D-patronen nog tot duidelijke Gestaltvorming leidt, speelt geen rol in de configuratie die in het 3-D-percept domineert. Dit roept een heel interessante vraag op. Als de ordening in dieptevlakken verhindert



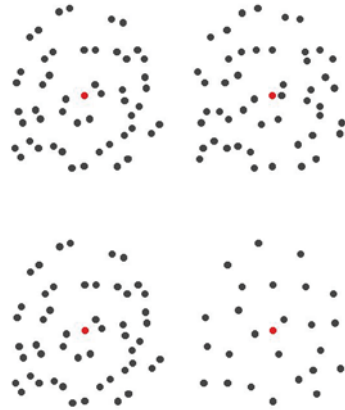
Figuur 13. Orthogonale Glass-patronen.

dat ordening naar gelijkheid in kleur optreedt, wijst dat dan toch op een zekere gelaagdheid in Gestaltvormingsprocessen? Eerst ordening naar diepteverwantschap, dan naar kleurverwantschap, en dan pas naar vormverwantschap? Vermoedelijk is dit een veel te simpele voorstelling van zaken, maar het is wel een aardig uitgangspunt voor experimenten.

Een andere demonstratie van de positionering van perceptuele processen ten opzichte van elkaar en ook de invloed van scheiding in dieptevlakken kunnen we vinden in de zogenaamde Glass-patronen. De klassieke Glass-patronen zijn patronen die ontstaan door in een stippenpatroon elke stip te voorzien van een tweede stip die in het ene patroon een beetje verplaatst is in radiale richting en, in het andere patroon, in een richting loodrecht daarop. In het te beschrijven volgende proefje worden deze twee orthogonale patronen afzonderlijk aan linker- en rechteroog aangeboden.

In deze uit de hand geconstrueerde figuur (zie Figuur 13) is de helft van de punten in de twee ogen identiek, de andere helft brengt de specifieke Glass-patronen tot stand. Het zijn de regelmatigheden van die dipolen die de globale gestalten vormen. Als dergelijke orthogonale patronen bestaande uit echte lijnen aan de twee ogen worden aangeboden ontstaat er een heftige binoculaire rivaliteit. De vraag is of ook orthogonale Glass-patronen tot binoculaire rivaliteit leiden. Als ze rivaliteit zouden vertonen zou dat betekenen dat de percepten gevormd zijn vóórdat het proces van binoculaire rivaliteit optreedt. U kunt het antwoord zelf vinden. Als u de Glass-patronen binoculair combineert is er geen sprake van globale rivaliteit.

Als je uitgaat van twee identieke Glass-patronen in de twee ogen kun je met een paar eenvoudige manipulaties laten zien dat Glass-patronen binnen één dieptevlak tot stand komen, maar niet of in duidelijk mindere mate over dieptevlakken heen. In de bovenste helft van Figuur 14 is in een van de stimuli een van de twee dots systematisch verplaatst, waardoor het dot-paar in diepte wordt gezien. Het Glass-effect verdwijnt, in de onderste helft van Figuur 14 is in één van de stimuli in elk paar één van de dots weggehaald. Binoculaire combinatie van deze stimuli leidt tot dieptewaarneming (Panum Limiting case) en daarmee tot een verzwakt of zelfs afwezig Glass-effect. De conclusie



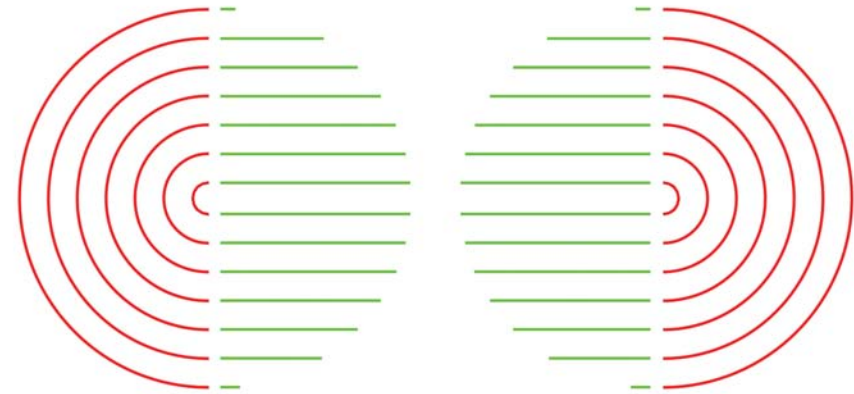
Figuur 14.

uit dit soort zeer informele experimenten lijkt te zijn dat de Gestaltvorming in de vorm van de Glass-patronen pas na binoculaire convergentie plaatsvindt.

#### BINOCULAIRE RIVALITEIT EN GESTALTVORMING

In de literatuur over binoculaire rivaliteit speelt het Gestaltvormingsconcept een grote, maar ook wisselende rol. In Levelts zeer invloedrijke dissertatie uit 1965 wordt die historie uitvoerig besproken. Gestaltvorming als relevant mechanisme voor rivaliteit werd door Levelt met een paar zeer aansprekende voorbeelden buitenspel gezet. Maar, zoals de regel is in de wetenschap verdwijnen ideeën nooit, ze komen in andere formuleringen en verder ontwikkeld terug in de wetenschappelijke discussie. Gestalttheorie heeft overigens altijd wel een zekere selectieve belangstelling gehouden, geen opvallende, maar de laatste jaren is er sprake van een echte renaissance. Wat voortdurend speelt is de discussie of perceptie top-down of bottom-up gestuurd wordt. In deze voordracht probeer ik aan te tonen dat de top-down stroom er zeker toe doet, getuige de invloed van Gestaltvorming op binoculaire rivaliteitsprocessen. Eigenlijk is het vreemd dat de krachtige demonstratie hiervan uit 1928 (Diaz-Caneja) niet toen al die discussie heeft kunnen beslechten.

Deze figuur levert bij binoculaire combinatie het merendeel van de tijd een afwisseling op van een patroon van rode concentrische cirkels en van een patroon van groene horizontale strepen. Bij de vorming van deze patronen zijn zowel de kleurgelijkheid als de vormgelijkheid belangrijke Gestaltvormende factoren. In een reeks van experimenten heeft Peter Snoeren (Snoeren, 2002; De Weert, Snoeren & Koning, 2005) overtuigend de invloed van Gestaltvorming op het verloop van binoculaire rivaliteit aangetoond. Er werden altijd twee verschillende stimuli aan de twee ogen aangeboden

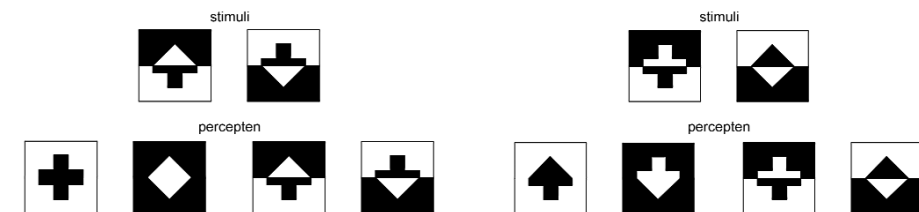


Figuur 15. Naar Diaz-Caneja, 1928.

die op diverse manieren tot Gestalten aanleiding konden geven (zie Figuur 16a en b). Als de opwaartse wit-zwarte pijl aan het linkeroog wordt aangeboden en de zwart-witte neergaande pijl aan het rechteroog (Figuur 16a en b, bovenste twee plaatjes) kunnen er vier elkaar uitsluitende percepten optreden: de proefpersoon geeft via het indrukken van toetsen precies aan wat hij of zij op elk moment in een meetserie van één minuut waarneemt, te weten een kruis, een diamant, een pijl naar boven of een pijl naar beneden (zie Figuur 16a en b, onderste vier plaatjes).

Merk op dat de proefpersoon helemaal niet hoeft te letten op de kleuren. Alle proefpersonen zijn zeer wel in staat om zonder overmatige stress op de voorgeschreven wijze op deze perceptwisselingen te reageren.

De resultaten zijn als volgt samen te vatten: door de keuze van vier mogelijke, elkaar



Figuur 16a.

Figuur 16b.



uitsluitende responsen werd een zeer volledig beeld verkregen van het gehele rivaliteitsproces, inclusief de statistiek van alle overgangen tussen de responsen. Het blijkt dat de overgangswaarschijnlijkheden in sterke mate door Gestaltvorming worden bepaald. De duur van de dominantieperioden daarentegen is geheel onafhankelijk van de voorgeschiedenis. Of Vorm-Gestalt of Kleur-Gestaltvorming optreedt is proefpersoonafhankelijk. Voor de meeste proefpersonen bepaalt Vorm-Gestalt de opeenvolgende dominanties, voor een minderheid van de proefpersonen is Kleur-Gestaltvorming bepalend. Het model dat deze resultaten zou kunnen verklaren lijkt te vereisen dat Gestaltvorming op centraal niveau plaatsvindt, maar ook dat een terugkoppeling plaatsvindt naar een meer perifeer niveau waar de rivaliteit zijn beslag krijgt. Zie het proefschrift van Snoeren voor meer gedetailleerde overwegingen.

Ter afsluiting van het inhoudelijk deel van de voordracht:

Door het onderwerp waarmee ik de psychologische functieer binnenkwam maar vooral ook door die omgeving heb ik meer oog gekregen voor het belang van top-down invloeden op het perceptieproces. Het blijft een gezond streven om zo veel verschijnselen als mogelijk te verklaren op grond van aantoonbare, liefst eenvoudige, fysiologische mechanismen, maar gelukkig wordt langzamerhand ook de werking van complexere mechanismen duidelijk, van lerende en adaptieve mechanismen, van attentie, van de bindingsproblematiek, en zelfs van bewuste waarneming. De onoverbrugbare afstand die er was tussen fervente aanhangers van perifere processen en die van centrale processen is enorm verkleind en eigenlijk is het onderscheid van secundair belang geworden. Ik heb persoonlijk die metamorfose actief meebeleefd en ik ben daar in retrospect dankbaar voor.

Het werk dat ik beschreef heb ik goeddeels uitgevoerd binnen de vakgroep Functieer, later het Nijmegen Institute for Cognition and Information (NICI), als lid van de onderzoekssectie Perceptie. In die sectie waren en zijn onderzoekers werkzaam met uiteenlopende visies op het verloop van perceptuele processen. De soms stevige verschillen in opvattingen hebben elkaar nooit gehinderd. De meer psychofysisch georiënteerde onderzoekers waren voornamelijk bezig met het waarnemingsproces als zodanig, het verloop in de tijd et cetera. De andere groep, onder de inspirerende aanvoering van dr. Leeuwenberg richtte zich op de representatie van het waargenomene. De procesgerichten achtten het logisch onmogelijk dat het eenvoudsprincipe voor de codering van het waargenomene bepalend zou kunnen zijn. Ik vind het een compliment aan de Leeuwenberg-getrouwen te kunnen zeggen dat de huidige ontwikkelingen het de gewoonste zaak van de wereld maken dat er top-down terugkoppelingen zijn die op hun beurt veranderingen in het bottom-up proces bewerkstelligen, zodanig dat een realisatie van een representatietheorie wel mogelijk zou kunnen zijn.

#### DANKWOORD

Ik sluit deze afscheidsrede graag af met enige woorden van dank aan degenen die mijn werk hier mogelijk en aangenaam gemaakt hebben.

Ik begin met de formele kant: het College van Bestuur dank ik voor het vertrouwen dat het me geschonken heeft in diverse functies, met name als NICI-directeur en als decaan. Dank ook aan de verschillende faculteitsbesturen, waar ik met name als directeur van het onderzoeksinstituut intensief mee heb samengewerkt.

Binnen de NICI-omgeving wil ik graag expliciet Herbert Schriefers en Beppie van Dijk bedanken voor de buitengewoon plezierige en constructieve manier waarop we hebben samengewerkt. Het NICI als geheel, inclusief de aanpalende instituten, zoals het Donders Centre for Cognitive Neuroimaging en het Max Planck Institut für Psycholinguistik, nemen in mijn geschiedenis alhier een bijzondere plaats in.

Het bureau van de faculteit, Guus van Berkum voorop, dank ik voor de prettige en uitermate deskundige manier waarop de faculteit gerund wordt. Ik kan niet genoeg benadrukken dat een goed bureau de olie is in de machine. Decanen zijn passanten maar de machinerie moet blijven draaien en het geheugen van een bedrijf zit in het bedrijfsbureau.

Dank ook aan de collega faculteitsbestuurders, te weten Hetty Dekkers en Ad Borsboom. Ik heb de samenwerking gedurende de afgelopen vier jaren enorm gewaardeerd. Ook de faculteitbestuurders voorafgaand aan dit decanaat ben ik dank verschuldigd.

Natuurlijk ook dank aan alle organisatorische eenheden waarmee het bestuur veelvuldig heeft overlegd: de gezamenlijke directeuren van de instituten en de Facultaire Gezamenlijke Vergadering, die ik in elk geval wat de stafvertegenwoordiging betreft in twee samenstellingen heb meegemaakt. Aan de inzet van de studentenvertegenwoordiging die ik in meerdere samenstellingen heb mogen meemaken, heb ik alleen maar goede herinneringen. De Facultaire Studenten Raad heeft met name zeer constructief bijgedragen aan de kwaliteitsverbetering en -bewaking van het onderwijs.

Ik sluit mijn verhaal af met het uitspreken van mijn grote dank aan Hetty, mijn lieve echtgenote, die lankmoedig genoeg is geweest om alle jaren van mijn werkzame leven mijn ambities en mijn frustraties, wanneer zaken niet liepen zoals ik dat wilde, met een groot relativeringsvermogen te kunnen kanaliseren. Voor jouw mentale instelling maak ik, ook om andere redenen, een diepe buiging.

*Ik heb gezegd.*

## REFERENCES

- Anstis, S., & Moulden, B. (1970). Aftereffects of seen movement: evidence for peripheral and central components. *Quarterly journal of Experimental Psychology*, 22, 222-229.
- Creed, R.S. (1935). Observations on binocular fusion and rivalry. *Journal of Physiology London*, 84, 381-392.
- Dunlap, K. (1944). Alleged binocular color mixing. *American Journal of Psychology*, 57, 559-563.
- Erkelens, C.J., van Ee, R. (2002). Multi-coloured stereograms unveil binocular mechanisms in human vision. *Vision Research*, 42, 1103-1112.
- Gerrits, H.J.M. (1967). *Observations with stabilized retinal images and their neural correlates*. Doctoral dissertation, Catholic University of Nijmegen
- Broek, E.L. van den (2005). *Human-centered content-based image retrieval*. Proefschrift Nijmegen.
- Critchley, M., (1965). Acquired anomalies of colour perception of central origin. *Brain*, 711-724.
- Elzinga, C.H. (1985). *On the measurement of color and brightness*. Proefschrift Nijmegen.
- Kruysbergen, A.W.H. van (1995). *Aspects of monocular and binocular motion aftereffects*. Proefschrift Nijmegen.
- Kruysbergen, A.W.H. van & Weert, Ch.M.M. de (1993). Apparent motion perception: the Contribution of the binocular and monocular systems. An Improved test using motion aftereffects. *Perception*, 22, 771-784.
- Koning, A., van Lier, R. & Weert, Ch.M.M. de (2007). Perceptual grouping and assimilation. (*in preparation*)
- Levelt, W.J.M. (1965). *On binocular rivalry*. Proefschrift Leiden
- Lier, R. van, & Weert, Ch.M.M. de (2003). Intra-and interocular colour-specific activation during dichoptic suppression. *Vision Research*, 43, 1111-1116.
- Meadows, J.C. (1974). Disturbed perception of colours associated with localized cerebral lesions. *Brain*, 97, 615-632.
- Puts, M.J.A. (2001). *Chromatic and temporal aspects of Gestalt formation*. Proefschrift Nijmegen
- Snoeren, P.R. (2002). *Binocular interactions*. Proefschrift Nijmegen
- Stalmeier, P.F.M. (1990). *On the measurement of large color differences*. Proefschrift Nijmegen
- Treisman, A. (1982). Perceptual grouping and attention in visual search. *Journal of Experimental psychology*, 8, 194-214.
- Troost, J.M. (1992). *Perceptual and computational aspects of color constancy*. Proefschrift Nijmegen.
- Vergeer, M.L.T. & Lier, R. van (in press) Grouping effects in flash-induced perceptual fading. *Perception*.
- Weert, Ch.M.M. de (1984). *Limits in vision with two eyes* In: A.J. van Doorn, W.A. van de Grind & J.J Koenderink (Eds.). *Limits in Vision*. VNU press; Utrecht, pp. 235-282.
- Weert, Ch.M.M. de, Kruysbergen, A.W.H. van (1997). Assimilation: central and peripheral effects. *Perception*, 26, 1217-1224.
- Weert, Ch.M.M. de (2002). *Color vision: psychophysics and physiology-a brief historical sketch*. In: Van Saunders & van Brakel (Eds.). *Theories, technologies, instrumentalities of color: anthropological and historiographic perspectives*. University Press of America, pp. 327-342.
- Weert, Ch.M.M. de, Snoeren, P.R., & Koning, A. (2005). Interactions between binocular rivalry and Gestalt formation, *Vision Research*, 45, 2571-2579.
- Yendrikhovskij, S.N. (1998). *Color reproduction and the natural constraint*. Proefschrift Eindhoven